

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

5405-8

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年11月 7日

出願番号

Application Number:

特願2002-323418

[ST.10/C]:

[JP2002-323418]

出願人

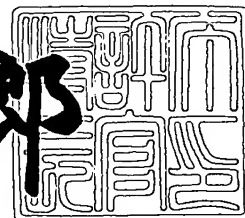
Applicant(s):

コニカ株式会社

2003年 6月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3045341

【書類名】 特許願

【整理番号】 DKY00853

【提出日】 平成14年11月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 3/08

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 三森 満

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 大田 耕平

【特許出願人】

【識別番号】 000001270

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090033

【弁理士】

【氏名又は名称】 荒船 博司

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-287268

【出願日】 平成14年 9月30日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 027188

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109427

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 対物光学素子及び光ピックアップ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 使用基準波長 λ_1 の光束を用いて保護基板厚 t_1 の第 1 の光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行い、使用基準波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の光束を用いて保護基板厚 t_2 ($t_2 \geq t_1$) の第 2 の光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置の対物光学素子であって、

所定の非球面形状の光学面に形成される、光軸を中心とした複数の回折輪帯からなり、前記複数の回折輪帯のうち少なくとも一つの回折輪帯の光学面に、この輪帯を通過する所定の光束に対して定められた光路差を付与する光路差付与構造を備え、

前記回折輪帯の光学面は、光路差付与構造が無いと仮定した場合、使用基準波長 λ_1 の光束の L 次 ($L \neq 0$) 回折光が最大の回折効率を有するよう回折され、使用基準波長 λ_2 の光束の M 次 ($M \neq 0$) 回折光が最大の回折効率を有するよう回折される、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有し、

前記光路差付与構造は、前記回折光に対して、使用基準波長 λ_1 の光束の $-N$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記使用基準波長 λ_2 の光束の $(-N + 1)$ 次回折光あるいは $(-N - 1)$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与することを特徴とする対物光学素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の対物光学素子であって、

前記回折輪帯の光学面が有する、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造が、鋸歯状の不連続面であり、

前記光路差付与構造が、光軸方向に沿った階段状の不連続面からなることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の対物光学素子であって、

前記回折輪帯の光学面が有する、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造が、光軸方向に沿った階段状の不連続面であり、

前記光路差付与構造が、光軸方向に沿った階段状の不連続面からなることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって

、
前記所定の非球面形状が、光軸を中心とする略円形の中央領域と、中央領域の外周を覆う周辺領域とに区分され、

中央領域に前記回折輪帯を備え、

周辺領域に鋸歯状の回折輪帯を備えることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって

、
前記所定の非球面形状が、光軸を中心とする略円形の中央領域と、中央領域の外周を覆う周辺領域とに区分され、

中央領域に前記回折輪帯を備え、

周辺領域に光路差付与構造を備えることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって

、
前記所定の非球面形状が、光軸を中心とする略円形の中央領域と、中央領域の外周を覆う周辺領域とに区分され、

中央領域に前記回折輪帯を備え、

周辺領域に光束を屈折させる屈折構造を備えることを特徴とする対物光学素子

。 【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって

、
前記回折輪帯の数が 3 から 2 0 のいずれかであることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 8】 請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって

、
前記光路差付与構造が使用基準波長 λ_2 の光束に対して使用基準波長 λ_2 の整数倍の光路差を付与することを特徴とする対物光学素子。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって

$L = M$ であることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 1 0】 請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、

$L = N$ であることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 1 1】 請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、

$M = N$ であることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 1 2】 請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、

$L = M = N$ であることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 1 3】 請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、

前記使用基準波長 $\lambda 1$ の光束と使用基準波長 $\lambda 2$ の光束が共に発散光として入射し、これら使用基準 $\lambda 1$ の光束と使用基準波長 $\lambda 2$ の光束を球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 1 4】 請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、

結像倍率 m が、

$$-0.295 \leq m \leq -0.049$$

であることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 1 5】 請求項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、

光源側の光学面の近軸の曲率半径を $R 1$ 、光情報記録媒体側の光学面の近軸の曲率半径を $R 2$ としたとき、

$$-3.2 < R 2 / R 1 < -1.9$$

であることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 1 6】 使用基準波長 λ_1 の光束を保護基板厚 t_1 の第 1 の光情報記録媒体に対して集光させ、使用基準波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 \geq t_1$) の第 2 の光情報記録媒体に対して集光させる対物光学素子を備え、情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、

前記対物光学素子が、所定の非球面形状の光学面に形成される、光軸を中心とした複数の回折輪帯からなり、前記複数の回折輪帯のうち少なくとも一つの回折輪帯の光学面に、この輪帯を通過する所定の光束に対して定められた光路差を付与する光路差付与構造を備え、

前記回折輪帯の光学面は、光路差付与構造が無いと仮定した場合、使用基準波長 λ_1 の光束の L 次 ($L \neq 0$) 回折光が最大の回折効率を有するよう回折され、使用基準波長 λ_2 の光束の M 次 ($M \neq 0$) 回折光が最大の回折効率を有するよう回折される、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有し、

前記光路差付与構造は、前記回折光に対して、前記使用基準波長 λ_1 の光束の $-N$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記使用基準波長 λ_2 の光束の $(-N+1)$ 次回折光あるいは $(-N-1)$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 6 に記載の光ピックアップ装置であって、

前記対物光学素子に前記第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射し、これら第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束を球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 6 又は 1 7 に記載の光ピックアップ装置であって

結像倍率 m が、

$$-0.295 \leq m \leq -0.049$$

であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光情報記録媒体の情報記録面に光束を集光させる対物光学素子及び光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、短波長赤色レーザの実用化に伴い、CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光情報記録媒体（光ディスクともいう）であるDVD（デジタルビデオディスク）が製品化されている。

DVD用記録再生装置では、650nmの半導体レーザを使用したときの対物レンズの光ディスク側の開口数NAを0.6～0.65としている。DVDはトラックピッチ0.74μm、最短ビット長0.4μmであり、CDのトラックピッチ1.6μm、最短ビット長0.83μmに対して半分以下に高密度化されている。また、DVDにおいては、光ディスクが光軸に対して傾いたときに生じるコマ収差を小さく抑えるために、保護基板厚は0.6mmとCDの保護基板厚の半分になっている。

【0003】

また、上述したCD、DVDの他に、光源波長や透明基板厚さが異なる種々の規格の光ディスク、例えばCD-R、RW（追記型コンパクトディスク）、VD（ビデオディスク）、MD（ミニディスク）、MO（光磁気ディスク）なども商品化されて普及している。

さらに半導体レーザの短波長化が進み、波長400nm程度の青紫色半導体レーザ光源と、像側開口数（NA）を0.85程度まで高めた対物レンズを用いた保護基板厚0.1mm程度の高密度光ディスク（以下、「高密度DVD」という。）や、像側開口数（NA）を0.65程度とした対物レンズを用いた保護基板厚0.6mm程度の高密度DVDの研究・開発が進んでいる。

【0004】

そして、一つの対物レンズを介して二種類の光ディスクの情報記録面へ二種類の異なる波長の光束を収束させることができる、いわゆる互換性を有する光ピックアップ装置が各種提案されている（例えば、特許文献1～3参照。）。

上記特許文献 1 及び特許文献 2 には、平板状のホログラム光学素子と屈折型の対物レンズとを別体に備える光ピックアップ装置が開示されている。

これら装置は、例えば、二種類の波長のうち一方の波長の光束に関してはホログラム光学素子を透過させた後、対物レンズを介して所定のディスク上に集光させ、他方の波長の光線に関してはホログラム光学素子を通過する際に発散するように回折させた後、回折光のうちの - 1 次回折光を対物レンズを介して所定の光ディスク上に集光させることにより、一つの対物レンズで 2 種類の光ディスクに対して情報の記録／再生を行なうものである。

【 0 0 0 5 】

また、上記特許文献 3 には、光軸を中心とした同心円状の領域（中央領域）にホログラムを形成し、中央領域の周囲（周辺領域）に回折格子を形成した光学素子と屈折型の対物レンズとを別体に備える光ピックアップ装置が開示されている。

この装置は、中央領域において、波長 6 3 5 n m の光束を透過させる一方で波長 7 8 0 n m の光束を回折させる。また、周辺領域において、波長 6 3 5 n m の光束を透過させる一方で、波長 7 8 0 n m の光束を回折により実質的に遮断する。

このように、波長 6 3 5 n m の光束を全て対物レンズに入射させ、波長 7 8 0 n m の光束のうち中央領域を通過する光束のみを発散するように回折させて対物レンズに入射させることにより、一つの対物レンズで 2 種類の光ディスクに対して情報の記録／再生を行なうものである。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】

特開平 9 - 5 4 9 7 3 号公報

【特許文献 2】

特開平 9 - 3 0 6 0 1 8 号公報

【特許文献 3】

国際公開第 9 8 / 1 9 3 0 3 号パンフレット

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献 1 ～ 3 に開示された装置はいずれも、二種類の波長の光束のうち一方の光束をホログラム光学素子で回折させ、他方の光束を透過させた後、対物レンズを介して所定の光ディスク上に集光するものである。

ここで、回折効率（回折率）はホログラム光学素子に形成する凹凸の段数により決定されるものであり、透過光の回折効率をほぼ 1 0 0 % とした場合における回折光の回折効率には限界があり（例えば、4 段構造では約 8 1 %、5 段構造では約 8 8 %、6 段構造では約 9 1 % 程度）、情報の記録用に使用する場合、回折光の光量が不十分なものとなる問題や、凹凸の段数を増やすことにより金型の加工、成形が困難になるという問題がある。

【0 0 0 8】

また、特許文献 1 ～ 3 に開示された装置はいずれも、ホログラム光学素子に対物レンズとは別体に配置する、つまり、ホログラム光学素子と対物レンズとを離して配置しているので、装置が大型化するという問題があった。

また、光束をホログラム光学素子で発散するように回折させるので、全光量に対して利用に供される光量の割合が小さくなり、光量低下を招くという問題があった。

【0 0 0 9】

また、ホログラム光学素子と対物レンズとを離して配置することにより偏心や像高特性の悪化を招き、結果的に軸上色収差や設計段階での想定値を超える温度変化により発生する球面収差（以下、「温度特性収差」という。）等が発生するという問題があった。

また、平板状のホログラム光学素子を用いることから、ホログラム光学素子の表面に形成する階段状の凹凸（干渉縞パターン）の数が多くなり、製造工程が複雑化するという問題があった。

【0 0 1 0】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、使用基準波長の異なる二種類の光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、十分な光量を確保できると共に、像高特性の悪化を低減し、軸上色収差や温度変化による

球面収差等を補正できる対物光学素子及び光ピックアップ装置を提供することである。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、使用基準波長 λ_1 の光束を用いて保護基板厚 t_1 の第 1 の光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行い、使用基準波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の光束を用いて保護基板厚 t_2 ($t_2 \geq t_1$) の第 2 の光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置 1 の対物光学素子 10 であって、所定の非球面形状の光学面 10a に形成される、光軸 L を中心とした複数の回折輪帯 20 からなり、前記複数の回折輪帯のうち少なくとも一つの回折輪帯の光学面に、この輪帯を通過する所定の光束に対して定められた光路差を付与する光路差付与構造 30 を備え、前記回折輪帯の光学面は、光路差付与構造が無いと仮定した場合、使用基準波長 λ_1 の光束の L 次 ($L \neq 0$) 回折光が最大の回折効率を有するよう回折され、使用基準波長 λ_2 の光束の M 次 ($M \neq 0$) 回折光が最大の回折効率を有するよう回折される、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有し、前記光路差付与構造は、前記回折光に対して、前記使用基準波長 λ_1 の光束の $-N$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記使用基準波長 λ_2 の光束の $(-N+1)$ 次回折光あるいは $(-N-1)$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

ここで、本明細書中において対物光学素子とは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態で、最も光情報記録媒体に近い位置において、光情報記録媒体と対向して配置される集光作用を有する光学素子を指し、例えば対物レンズが挙げられる。

また、広義にはその光学素子とともに、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に移動可能な光学素子を指すものとする。

また、対物光学素子としては、単一のレンズのみで構成されているものに限定されず、複数のレンズを光軸方向に組み合わせて構成されるレンズ群をまとめて

対物光学素子としてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、使用基準波長とは、使用基準温度において光源から出射される光束の波長を指す。

使用基準温度とは、対物光学素子及び光ピックアップ装置が使用される環境の温度変化範囲内にある、常温（10～40℃程度）のことである。

また、光情報記録媒体とはCD、DVD、CD-R、MD、MO、高密度DVD等の所定の波長の光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう一般的な光ディスクを指す。

【 0 0 1 4 】

また、情報の再生とは光情報記録媒体の情報記録面上に記録された情報を再生することをいい、情報の記録とは光情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録することをいう。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

また、本発明における対物光学素子及び光ピックアップ装置は、情報の記録だけあるいは再生だけを行うために用いるものであってもよいし、記録と再生の両方を行うために用いるものであってもよい。

【 0 0 1 5 】

また、光学面上に形成される回折輪帯とは、対物光学素子の表面に光軸を中心としたほぼ同心円状の輪帯を設けて、入射光束を回折させる作用を有した周期構造のことをいう。

また、回折輪帯は光学面上の全域に形成されている必要は無く、例えば、光軸を中心とした所定の領域のみに形成されていても良い。

また、所定の非球面形状の光学面とは、各回折輪帯の始点を結んでできる仮想の非球面形状からなる光学面のことをいう。

また、所定の非球面形状の光学面に対する実質的な傾きをもつ光学面とは、例えば、光軸を含む平面（子午断面）でその断面をみた場合に鋸歯状あるいは光軸方向に沿った階段状となったもの等の回折輪帯構造となる光学面のことをいう。

【 0 0 1 6 】

また、一般に回折輪帯を備えた光学面からは、0次回折光、±1次回折光、±2次回折光、・・・、と無数の次数の回折光が生じるが、回折輪帯の形状を変更することにより、特定の次数の回折効率を他の次数の回折効率よりも高くしたり、場合によっては、特定の1つの次数（例えば、+1次回折光）の回折効率をほぼ100%とすることができる。

なお、回折効率とは回折輪帯により生じる回折光の光量の比率を表すもので、全次数の回折光の回折効率の和は1となる。

また、最大の回折効率を有するL次（M次）回折光とは、使用基準波長 λ_1 （ λ_2 ）の光が対物光学素子に入射したときに、回折光の回折効率が理論的に他の次数と比較して最大となる回折次数L（M）における回折光を指す。

【0017】

また、本明細書中において、保護基板とは光情報記録媒体の情報記録面を保護するために、情報記録面の光束入射面側に形成された光学的に透明な平行平板を指し、保護基板厚とは平行平板の厚さを指す。光源から出射された光束は、対物レンズによって保護基板を介して光情報記録媒体の情報記録面上に集光されることになる。

また、本明細書において、対物光学素子の像側の開口数とは、対物光学素子のうち最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面の開口数を指すものである。

また、開口数とは、光ピックアップ装置に設けられた絞りやフィルタ等の絞り機能を有する部品又は部材や、対物光学素子が備える回折輪帯などによって、最良像点におけるスポットの形成に寄与する光束が制限された結果として定義される開口数である。

【0018】

請求項1に記載の発明によれば、光路差付与構造が、回折光に対して、使用基準波長 λ_1 の光束の $-N$ 次回折光が最大の回折効率を有するような光路差を付与し、使用基準波長 λ_2 の光束の $(-N+1)$ 次回折光あるいは $(-N-1)$ 次回折光が最大の回折効率を有するような光路差を付与する。

従って、使用基準波長 λ_1 の光束の $(L-N)$ 次相当の回折光が第1の光情報記録媒体に出射され、波長 λ_2 の光束の $(M-N+1)$ 次相当の回折光あるいは

($M - N - 1$) 次相当の回折光が第 2 の光情報記録媒体に出射されることになる。

このように、対物光学素子に形成した回折輪帯と光路差付与構造との二段階で各波長の光束の回折次数を実質的に変化させることができるので、各光束の回折次数を適宜変化させて、光情報記録媒体の種類に応じた十分な光量を有する回折光を得ることができる。また、回折効率や回折次数に対する設計の自由度を増大させることができる。

【 0 0 1 9 】

また、従来の光ピックアップ装置は、回折光学素子などを用いて、所定の波長を有する光束に対して回折光を得るものであるが、本発明における対物光学素子では、回折輪帯により得られる、波長 λ_1 の光束のうち最大の回折効率を有する ($L - N$) 次回折光と、波長 λ_2 の光束のうち最大の回折効率を有する ($M - N + 1$) 次回折光あるいは ($M - N - 1$) 次回折光を利用して光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行なうので、光情報記録媒体の種類に応じた十分な光量を有する回折光を得ることができる。

また、光情報記録媒体への情報の再生及び／又は記録用として回折光を用いるので、各種収差（軸上色収差、温度特性収差等）を精度良く補正することができる。

【 0 0 2 0 】

また、所定の非球面形状に形成された光学面上に光軸を中心とした複数の回折輪帯を備え、これら複数の回折輪帯のうち少なくとも一つの回折輪帯の光学面に光路差付与構造を備える。

従って、回折輪帯を有する光学素子と、例えばホログラム光学素子のような光路差付与構造を有する光学素子とを別体に配置する場合と比較して、光ピックアップ装置を小型化できると共に、偏心や像高特性の悪化を防止できる。

また、平板状のホログラム光学素子のように、階段形状の不連続面を光軸に対して直交する平面上に形成する場合と比較して、階段形状の不連続面の総数又は回折輪帯の数を少なくすることができ、製造工程数を削減することができる。

【 0 0 2 1 】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 に記載の対物光学素子であって、前記回折輪帯の光学面が有する、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造が、鋸歯状の不連続面であり、前記光路差付与構造が、光軸方向に沿った階段状の不連続面からなることを特徴とする。

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 に記載の対物光学素子であって、前記回折輪帯の光学面が有する、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造が、光軸方向に沿った階段状の不連続面であり、前記光路差付与構造が、光軸方向に沿った階段状の不連続面からなることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、前記所定の非球面形状が、光軸を中心とする略円形の中央領域と、中央領域の外周を覆う周辺領域とに区分され、中央領域に前記回折輪帯を備え、周辺領域に鋸歯状の回折輪帯を備えることを特徴とする。

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、前記所定の非球面形状が、光軸を中心とする略円形の中央領域と、中央領域の外周を覆う周辺領域とに区分され、中央領域に前記回折輪帯を備え、周辺領域に光路差付与構造を備えることを特徴とする。

請求項 6 記載の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、前記所定の非球面形状が、光軸を中心とする略円形の中央領域と、中央領域の外周を覆う周辺領域とに区分され、中央領域に前記回折輪帯を備え、周辺領域に光束を屈折させる屈折構造を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

請求項 4 ～ 6 記載の発明によれば、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、入射光束を必要に応じて中央領域のみあるいは周辺領域のみを通過させたり、あるいは中央領域と周辺領域の両方を通過させることにより、回折効率や回折次数に対する設計の自由度をより増大させることができる。

【 0 0 2 4 】

請求項 7 記載の発明は、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、前記回折輪帯の数が 3 から 2 0 のいずれかであることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 8 記載の発明は、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、前記光路差付与構造が使用基準波長 λ_2 の光束に対して使用基準波長 λ_2 の整数倍の光路差を付与することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 8 記載の発明によれば、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、光路差付与構造により、波長 λ_2 の光束に対して波長 λ_2 の整数倍の光路差が付与される。つまり、波長 λ_2 の光束に対しては、光路差付与構造により実質的に位相差が与えられない。従って、回折輪帯により回折された、最大の回折効率を有する波長 λ_2 の光束の M 次回折光を、そのまま M 次回折に相当する光束として第 2 の光情報記録媒体に出射することができる。

【 0 0 2 7 】

請求項 9 記載の発明は、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、 $L = M$ であることを特徴とする。

請求項 1 0 記載の発明は、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、 $L = N$ であることを特徴とする。

請求項 1 1 記載の発明は、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、 $M = N$ であることを特徴とする。

請求項 1 2 記載の発明は、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、 $L = M = N$ であることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 3 記載の発明は、請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、前記使用基準波長 λ_1 の光束と使用基準波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射し、これら使用基準 λ_1 の光束と使用基準波長 λ_2 の光束を球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させることを特徴とする。

請求項 1 3 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項と同様の効果を得られると共に、対物光学素子に対して第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射した場合に、球面収差及び／又は波面収差を

補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる。

従って、従来の無限系の光ピックアップ装置において用いられていた、光源からの出射光束を平行光化させて対物光学素子に入射させるためのコリメータレンズ等の光学素子が不要となり、装置の小型化や低コスト化を達成できる。

なお、対物光学素子が波面収差を $0.05\lambda_{rms}$ 以内に収められるよう補正した状態で集光させることが望ましい。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 4 記載の発明は、請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、結像倍率 m が、 $-0.295 \leq m \leq -0.049$ であることを特徴とする。

請求項 1 4 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項と同様の効果を得られる。

また、一般的に、光源から対物光学素子までの距離が遠くなると光量のロスが大きくなるので、結像倍率 m は可能な限り小さくすることが望ましいが、一方で、結像倍率 m が小さすぎると温度変化やトラッキングに基づく収差の発生量が大きくなるという問題がある。そこで、上記範囲内に結像倍率を収めることにより、光量の確保と収差の抑制を同時に達成することが可能となる。

また、カップリングレンズが不要となるので、光ピックアップ装置の部品点数の削減や、カップリングレンズの取付け誤差に起因する各種収差の発生を防止することができる。

なお、結像倍率 m を $-0.148 \leq m \leq -0.117$ の範囲内とすることがより好ましい。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 5 記載の発明は、請求項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の対物光学素子であって、光源側の光学面の近軸の曲率半径を R_1 、光情報記録媒体側の光学面の近軸の曲率半径を R_2 としたとき、 $-3.2 < R_2 / R_1 < -1.9$ であることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 6 記載の発明は、使用基準波長 λ_1 の光束を保護基板厚 t_1 の第 1 の

光情報記録媒体に対して集光させ、使用基準波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 \geq t_1$) の第2の光情報記録媒体に対して集光させる対物光学素子を備え、情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、前記対物光学素子が、所定の非球面形状の光学面に形成される、光軸を中心とした複数の回折輪帯からなり、前記複数の回折輪帯のうち少なくとも一つの回折輪帯の光学面に、この輪帯を通過する所定の光束に対して定められた光路差を付与する光路差付与構造を備え、前記回折輪帯の光学面は、光路差付与構造が無いと仮定した場合、使用基準波長 λ_1 の光束の L 次 ($L \neq 0$) 回折光が最大の回折効率を有するよう回折され、使用基準波長 λ_2 の光束の M 次 ($M \neq 0$) 回折光が最大の回折効率を有するよう回折される、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有し、前記光路差付与構造は、前記回折光に対して、前記使用基準波長 λ_1 の光束の $-N$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記使用基準波長 λ_2 の光束の $(-N+1)$ 次回折光あるいは $(-N-1)$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与することを特徴とする。

【0032】

請求項16に記載の発明によれば、対物光学素子の光路差付与構造が、回折光に対して、使用基準波長 λ_1 の光束の $-N$ 次回折光が最大の回折効率を有するような光路差を付与し、使用基準波長 λ_2 の光束の $(-N+1)$ 次回折光あるいは $(-N-1)$ 次回折光が最大の回折効率を有するような光路差を付与する。

従って、使用基準波長 λ_1 の光束の $(L-N)$ 次相当の回折光が第1の光情報記録媒体に出射され、波長 λ_2 の光束の $(M-N+1)$ 次相当の回折光あるいは $(M-N-1)$ 次相当の回折光が第2の光情報記録媒体に出射されることになる。

このように、対物光学素子に形成した回折輪帯と光路差付与構造との二段階で各波長の光束の回折次数を実質的に変化させることができるので、各光束の回折次数を適宜変化させて、光情報記録媒体の種類に応じた十分な光量を有する回折光を得ることができる。また、回折効率や回折次数に対する設計の自由度を増大させることができる。

【0033】

請求項 1 7 記載の発明は、請求項 1 6 に記載の光ピックアップ装置であって、前記対物光学素子に前記第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射し、これら第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束を球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させることを特徴とする。

請求項 1 7 に記載の発明によれば、請求項 1 6 と同様の効果を得られると共に、対物光学素子に対して第 1 の波長 λ_1 の光束と第 2 の波長 λ_2 の光束が共に発散光として入射した場合に、球面収差及び／又は波面収差を補正した状態で所定の光情報記録媒体に集光させる。

従って、従来の無限系の光ピックアップ装置において用いられていた、光源からの出射光束を平行光化させて対物光学素子に入射させるためのコリメータレンズ等の光学素子が不要となり、装置の小型化や低コスト化を達成できる。

なお、対物光学素子が波面収差を $0.05\lambda_{rms}$ 以内に収められるよう補正した状態で集光させることが望ましい。

【 0 0 3 4 】

請求項 1 8 記載の発明は、請求項 1 6 又は 1 7 に記載の光ピックアップ装置であって、結像倍率 m が、 $-0.295 \leq m \leq -0.049$ であることを特徴とする。

請求項 1 8 に記載の発明によれば、請求項 1 6 又は 1 7 と同様の効果を得られると共に、光量の確保と収差の抑制を同時に達成することが可能となる。

また、カップリングレンズが不要となるので、光ピックアップ装置の部品点数の削減や、カップリングレンズの取付け誤差に起因する各種収差の発生を防止することができる。

なお、結像倍率 m を $-0.148 \leq m \leq -0.117$ の範囲内とすることがより好ましい。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

本発明の対物光学素子及び光ピックアップ装置の実施の形態を、図面を参照して説明する。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、光ピックアップ装置 1 は、光情報記録媒体である第一の光情報記録媒体 2（本実施の形態においては D V D）に対して第一の半導体レーザ 3（光源）から波長 $\lambda 1$ （ $= 6 5 0 \text{ nm}$ ）の光束を出射し、第二の光情報記録媒体 4（本実施の形態においては C D）に対して第二の半導体レーザ 5（光源）から波長 $\lambda 2$ （ $= 7 8 0 \text{ nm}$ ）の光束を出射することによって、第一の光情報記録媒体 2 又は第二の光情報記録媒体 4 の情報記録面 6 に情報を記録したり、記録した情報を読み取るものである。なお、第一の半導体レーザ 3 と第二の半導体レーザ 5 は光源としてユニット化されている。

【 0 0 3 7 】

そして、D V D 2 に情報を記録又は再生する場合は、図 1 に実線で示すように、第一の半導体レーザ 3 から出射された波長 $\lambda 1$ の光束が、コリメータ 7 を透過し平行光束となる。さらにビームスプリッタ 8 を経て絞り 9 によって絞られ、対物レンズ 1 0 により D V D の保護基板を介して情報記録面に集光される。

この際の対物レンズ 1 0 による波長 $\lambda 1$ の光束に対する作用については後述する。

そして、情報記録面 6 で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 1 0、絞り 9 を介して、ビームスプリッタ 8 で反射され、シリンドリカルレンズ 1 1 により非点収差が与えられ、凹レンズ 1 2 を経て、光検出器 1 3 上へ入射し、光検出器から出力される信号を用いて、D V D 2 に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【 0 0 3 8 】

C D 4 に情報を記録又は再生する場合は、図 1 に破線で示すように、第二の半導体レーザ 5 から出射された波長 $\lambda 2$ の光束が、コリメータ 7 を透過し平行光束となる。さらにビームスプリッタ 8 を経て絞り 9 によって絞られ、対物レンズ 1 0 により C D 4 の保護基板を介して情報記録面 6 に集光される。

この際の対物レンズ 1 0 による波長 $\lambda 1$ の光束に対する作用については後述する。

そして、情報記録面 6 で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対

物レンズ 10、絞り 9 を介して、ビームスプリッタ 8 で反射され、シリンドリカルレンズ 11 により非点収差が与えられ、凹レンズ 12 を経て、光検出器 13 上へ入射し、光検出器 13 から出力される信号を用いて、CD 4 に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0039】

また、光検出器上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出結果に基づいて、2次元アクチュエータ 14 が第一の半導体レーザ 3 からの光束又は第 2 の半導体レーザ 5 からの光束を、DVD 2 又は CD 4 の情報記録面 6 上に結像するように対物レンズ 10 を移動させるとともに、所定のトラックに結像するように対物レンズ 10 を移動させるようになっている。

【0040】

図 2 に示すように、対物光学素子としての対物レンズ 10 は、光ピックアップ装置の光学系を構成する両面非球面の単レンズであり、その一方（光源側）の光学面 10a 上に回折輪帯 20 と光路差付与構造 30 を備えるものである。

具体的には、対物レンズ 10 には、光軸 L を中心とした、所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ鋸歯状の不連続面である複数の回折輪帯 20 が形成されており、さらに、各回折輪帯 20 の光学面上には、これら回折輪帯 20 を通過する光束に対して所定の光路差を付与する、光軸に沿った階段状の不連続面 31（段差）からなる光路差付与構造 30 が形成されている。

【0041】

図 3（a）、（b）中に一点鎖線で示す線は、上述のように、各回折輪帯 20 の始点を結んでできる仮想の非球面形状からなる光学面（所定の非球面形状の光学面）を表すものであり、二点鎖線で示す線は、光軸 L を中心として光軸から離れるにしたがってその厚みが増すように形成された、従来より周知の同心円状の鋸歯状の回折輪帯 20 の外形を表すものである。

図 3（a）、（b）中に実線で示す線は、各回折輪帯 20 の光学面上に形成されている、各回折輪帯 20 を通過する光束に対して所定の光路差を付与する階段状の不連続面 31（段差）の外形を含む、実際のレンズ形状を表すものである。

なお、図 2、図 4～図 7 においても、図 3 と同様に、上述した各形状を一点鎖線、二点鎖線及び実線で表している。

各段差 3 1 の深さ d_1 （光軸 L 方向の長さ）は、波長 λ_2 に対する対物レンズ 1 0 の屈折率を n とした場合に、 $\lambda_2 / (n - 1)$ で表される値とほぼ等しくなっており、一つの段差 3 1 を通過する波長 λ_2 の光束と、その隣の段差 3 1 を通過する波長 λ_2 の光束との間に、ほぼ 1 波長 λ_2 に相当する光路差が生じ、かつ波面のずれが生じない長さに設定されている。

また、各段差の表面 3 1 a（光学機能面）の形状は、図 3 中に二点鎖線で示した鋸歯状の回折輪帯 2 0 の表面の形状を、各段差 3 1 に対応する区間で分割して、光軸 L 方向に平行移動させた形状に近似したものとなっている。

【 0 0 4 2 】

このように、本発明の対物光学素子は、光学機能面に所定の深さの段差 3 1 を設けてなる光路差付与構造 3 0 により、対物光学素子（対物レンズ 1 0）を通過する光束に対して所定の光路差を付与する機能を有し、また、各段差 3 1 の表面形状 3 1 a を、回折輪帯 2 0 を各段差に対応する区間で分割して、光軸 L 方向に平行移動させた形状とすることにより、波長 λ_1 及び波長 λ_2 の光束のうち最大の回折効率を有する回折光を抽出する機能を有するものである。

例えば、波長 λ_1 （650 nm）の光束が対物光学素子に入射した場合、図 3 の領域 A～E を通過することにより、各光束にはそれぞれ、 $780 \text{ nm} - 650 \text{ nm} = 130 \text{ nm}$ 、つまり $2/5\pi$ ラジアンの位相差が実質的に付与されることになり、結果的に波長 λ_1 の光束の位相が変化して、回折するようになっている。

一方、波長 λ_2 （780 nm）の光束が入射した場合、図 3 の領域 A～E を通過することにより、各光束にはそれぞれ 1 波長 λ_2 に相当する位相差が付与されることになり、領域 A～E を通過した光束間に生じる位相差はほぼゼロとなる。従って、波長 λ_2 の光束は、光路差付与構造 3 0 によっては実質的に回折せずに、そのまま透過するようになっている。

【 0 0 4 3 】

なお、本実施の形態においては、上述のように、各段差 3 1 の深さ d_1 （光軸

方向の長さ)を波長 λ 2の1波長分の光路差が生じる長さとし、各段差3 1の表面3 1 aの形状を、図3中に二点鎖線で示した鋸歯状の回折輪帯2 0の表面の形状を、各段差3 1に対応する区間で分割して、光軸L方向に平行移動させた形状に近似したものとしたが、これら段差3 1の深さd 1及び表面3 1 aの形状は、使用する光束の波長等に応じて適宜変更することが可能である。

【0 0 4 4】

(実施例1)

次に、上記実施の形態で示した光ピックアップ装置1及び対物光学素子1 0の第1の実施例について説明する。

本実施例においては、図2に示すように、両面非球面の単レンズである対物光学素子としての対物レンズ1 0の一方(光源側)の光学面1 0 a上であって、光軸Lから一定高さ以下(本実施例においては1. 5 4 m m以下)の範囲A 1(以下、「中央領域A 1」という。)に回折輪帯2 0と光路差付与構造3 0を備えるものである。

また、光源側の光学面1 0 a上であって、中央領域A 1以外の範囲A 2(以下、「周辺領域A 2」という。)は、回折輪帯2 0及び光路差付与構造3 0を備えておらず、通常の屈折レンズとしての機能を有している。

一つの回折輪帯2 0に形成されている各段差3 1は、光軸Lから離れるに従って光源側に突出するように形成されている。

表1、表2に対物レンズのレンズデータを示す。

【0 0 4 5】

【表 1】

実施例1

 $f_1=3.05\text{mm}$ $f_2=3.07\text{mm}$

NA1:0.60 NA2:0.50

第i面	Ri	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)	
0		∞		∞		
1	∞	0.0	1.0	0.0	1.0	
2	1.90379	1.80000	1.5409	1.80000	1.5372	
2'	1.90379	0.00000	1.5409	0.00000	1.5372	
3	-8.26428	1.62791	1.0	1.26273	1.0	
4	∞	0.6	1.5775	1.2	1.5706	
5	∞					

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

*d2'は、第2面から第2'面までの変位を表す。

【0046】

表1に示すように、本実施例の対物レンズ10は、使用基準波長 $\lambda_1=655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f=3.05\text{mm}$ 、像側開口数 $NA=0.60$ に設定されており、使用基準波長 $\lambda_2=785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f=3.07\text{mm}$ 、像側開口数 $NA=0.50$ に設定されている。

表1中の面No. 2、2'、3はそれぞれ、対物レンズ10の光源側の光学面10aのうち、光軸Lからの高さhが1.54mm以下の中央領域A1、光軸Lからの高さが1.54mm以上の周辺領域A2、対物レンズ10の光情報記録媒体側の光学面10bを示しており、面番号4、5はそれぞれ、光情報記録媒体の保護基板の表面、記録層を表している。また、Riは曲率半径、diは第i面から第i+1面までの光軸方向の変位、niは各面の屈折率を表している。

【0047】

対物レンズの第2面、第2'面、第3面は、それぞれ次式(数1)に表1及び表2に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0048】

【数1】

$$\text{非球面形状式} \quad X(h) = \frac{(h^2/R)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/R)^2}} + \sum_{i=0}^9 A_{2i} h^{2i}$$

【 0 0 4 9 】

ここで、 $X(h)$ は光軸方向の軸（光の進行方向を正とする）、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

【表 2】

非球面データ 第2面 ($0 \leq h < 1.54\text{mm}$)	非球面係数	κ -6.6055×E-1 A4 +1.9581×E-3 A6 +5.5582×E-4 A8 -7.0876×E-5 A10 +9.9597×E-6 A12 +1.3026×E-5 A14 -4.3527×E-6
	光路差関数の係数 (基準波長785nm)	B4 -3.1976×E-4 B6 -4.4614×E-5 B8 +4.0326×E-6 B10 -1.2103×E-6

第2面 ($1.54\text{mm} \leq h$)	非球面係数	κ -6.6055×E-1 A4 +1.9581×E-3 A6 +5.5582×E-4 A8 -7.0876×E-5 A10 +9.9597×E-6 A12 +1.3026×E-5 A14 -4.3527×E-6
--------------------------------	-------	---

第3面	非球面係数	κ -3.6454×E+1 A4 +4.9302×E-3 A6 +6.5608×E-4 A8 -3.9703×E-4 A10 -9.3653×E-5 A12 +3.8558×E-5 A14 -3.5658×E-6
-----	-------	---

【 0 0 5 0 】

また、回折輪帯のピッチは数 2 の光路差関数に、表 2 に示す係数を代入した数式で規定される。

【 0 0 5 1 】

【数 2】

$$\text{光路差関数} \quad \Phi(h) = \sum_{i=0}^5 B_{2i} h^{2i}$$

ここで、 B_{2i} は光路差関数の係数である。

【 0 0 5 2 】

また、数 3 は、光軸からの任意の高さにおける波長 λ_1 あるいは波長 λ_2 の光束の光路差を表す数式である。

【0 0 5 3】

【数 3】

光路差表現式

$$\Phi'(h) = n * \text{MOD} \{ \Phi(h) / \lambda \} - p * \text{INT} [M * \text{MOD} \{ \Phi(h) / \lambda \}] * \frac{\lambda_1}{\lambda} * \frac{n-1}{n_1-1}$$

h : 光軸からの高さ

A_{2i} : 非球面係数

B_{2i} : 光路差関数の係数

MOD: 数の少数部分

INT: 数の整数部分

λ : 基準波長

n : 基準波長での屈折率

λ_i : $\lambda_1 \pm 30\text{nm}$ 以内、もしくは $\lambda_2 \pm 30\text{nm}$ 以内の波長

n_i : λ_i での屈折率

p : 所定の整数 (階段形状 1 段あたりの光路差 単位 (λ))

N : 回折次数

M : 回折輪帯の分割数 (階段形状の段数)

また、 λ_i 、 p 、 N 、 M の値については、表 3 に示す。

【表 3】

実施例における、 λ_i 、 p 、 N 、 M の値

	実施例①	実施例②	実施例③
λ_i	785nm	655nm	655nm
p	1	1	1
N	1	1	1
M	6	3	3

【0 0 5 4】

(実施例 2)

次に、上記実施の形態で示した光ピックアップ装置 1 及び対物光学素子 10 の

第 2 の実施例について説明する。

本実施例においても、上記実施例 1 と同様に、図 2 に示すような両面非球面の単レンズである対物光学素子としての対物レンズ 1 0 の一方（光源側）の光学面 1 0 a 上であって、光軸から 1. 6 0 m m 以下の中央領域 A 1 に回折輪帯 2 0 と光路差付与構造 3 0 を備えるものである。

また、周辺領域 A 2 は、回折輪帯 2 0 及び光路差付与構造 3 0 を備えておらず、通常の屈折レンズとしての機能を有している。

一つの回折輪帯 2 0 に形成されている各段差 3 1 は、光軸 L から離れるに従って光源側に突出するように形成されている。

表 4、表 5 に対物レンズのレンズデータを示す。

【 0 0 5 5 】

【表 4】

実施例 2

$f_1=2.40\text{mm}$ $f_2=2.46\text{mm}$

NA1:0.85 NA2:0.65

第 i 面	Ri	di (405nm)	ni (405nm)	di (655nm)	ni (655nm)	
0		∞		∞		
1	∞	0.0	1.0	0.0	1.0	
2	1.58147	3.30000	1.52491	3.33000	1.50673	
2'	1.58147	0.00000	1.52491	0.00000	1.50673	
3	-1.74478	0.61368	1.0	0.35010	1.0	
4	∞	0.1	1.61949	0.6	1.57752	
5	∞					

*di は、第 i 面から第 i+1 面までの変位を表す。

*d2' は、第 2 面から第 2' 面までの変位を表す。

【表 5】

非球面データ
第2面 ($0 \leq h < 1.6\text{mm}$)

非球面係数

κ $-8.8074 \times E-1$
 $A4$ $+1.3340 \times E-2$
 $A6$ $+4.8710 \times E-4$
 $A8$ $+9.1829 \times E-4$
 $A10$ $-3.4515 \times E-4$
 $A12$ $+1.1204 \times E-5$
 $A14$ $-1.7646 \times E-5$
 $A16$ $+8.9992 \times E-7$
 $A18$ $+3.3286 \times E-7$
 $A20$ $-7.1084 \times E-8$

光路差関数の係数
(基準波長655nm)

$B2$ $-1.5171 \times E-4$
 $B4$ $-7.7059 \times E-4$
 $B6$ $-1.0015 \times E-4$
 $B8$ $+2.2614 \times E-6$
 $B10$ $-7.6248 \times E-6$

第2面 ($1.6\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ $-9.3044 \times E-1$
 $A4$ $+1.4882 \times E-2$
 $A6$ $+1.9830 \times E-3$
 $A8$ $+5.3310 \times E-4$
 $A10$ $-1.7360 \times E-4$
 $A12$ $+6.5343 \times E-5$
 $A14$ $-2.8939 \times E-5$
 $A16$ $+8.9992 \times E-7$
 $A18$ $+3.3286 \times E-7$
 $A20$ $-7.1084 \times E-8$

第3面

非球面係数

κ $-2.6543 \times E+1$
 $A4$ $+8.7535 \times E-2$
 $A6$ $-7.0881 \times E-2$
 $A8$ $+2.0730 \times E-2$
 $A10$ $+4.4173 \times E-3$
 $A12$ $-4.4727 \times E-3$
 $A14$ $+7.6083 \times E-4$
 $A16$ $-1.6728 \times E-5$
 $A18$ $+5.9117 \times E-5$
 $A20$ $-1.7630 \times E-5$

【0 0 5 6】

表4に示すように、本実施例の対物レンズは、使用基準波長 $\lambda_1 = 405\text{nm}$ のときの焦点距離 $f = 2.40\text{mm}$ 、像側開口数 $NA = 0.85$ に設定されており、使用基準波長 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f = 2.46\text{mm}$ 、像側開口数 $NA = 0.65$ に設定されている。

【0 0 5 7】

対物レンズの第2面、第2'面、第3面は、それぞれ上記数1に表4及び表5に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【 0 0 5 8 】

また、回折輪帯のピッチは上記数 2 の光路差関数に、表 5 に示す係数を代入した数式で規定される。

【 0 0 5 9 】

また、光軸からの任意の高さにおける波長 λ_1 あるいは波長 λ_2 の光束の位相差は上記数 3 に、表 3 に示す係数を代入した数式で表される。

【 0 0 6 0 】

(実施例 3)

次に、上記実施の形態で示した光ピックアップ装置 1 及び対物光学素子 10 の第 3 の実施例について説明する。

本実施例においては、図 4 に示すように、両面非球面の単レンズである対物光学素子としての対物レンズ 10 の一方（光源側）の光学面 10 a のほぼ全面に回折輪帯 20 と光路差付与構造 30 を備えるものである。

一つの回折輪帯 20 に形成されている各段差 31 は、光軸 L から離れるに従って光源側に突出するように形成されている。

表 6、表 7 に対物レンズのレンズデータを示す。

【 0 0 6 1 】

【表 6】

実施例 3

$f_1=2.40\text{mm}$ $f_2=2.48\text{mm}$

NA1:0.65 NA2:0.65

第 i 面	Ri	di (405nm)	ni (405nm)	di (655nm)	ni (655nm)	
0		∞		∞		
1	∞	0.0	1.0	0.0	1.0	
2	1.49773	1.55000	1.52491	1.55000	1.50673	
3	-5.10465	1.17447	1.0	1.23544	1.0	
4	∞	0.6	1.61949	0.6	1.57752	
5	∞					

*di は、第 i 面から第 i+1 面までの変位を表す。

【表 7】

非球面データ

第2面

非球面係数

κ	$-9.3044 \times E-1$
A4	$+1.4882 \times E-2$
A6	$+1.9830 \times E-3$
A8	$+5.3310 \times E-4$
A10	$-1.7360 \times E-4$
A12	$+6.5343 \times E-5$
A14	$-2.8939 \times E-5$

光路差関数の係数（基準波長655nm）

B2	$-1.5487 \times E-4$
B4	$-8.7629 \times E-5$
B6	$-1.5458 \times E-4$
B8	$+6.8515 \times E-5$
B10	$-1.4578 \times E-5$

第3面

非球面係数

κ	$-2.4454 \times E+1$
A4	$+1.5290 \times E-2$
A6	$+1.4817 \times E-3$
A8	$-6.3608 \times E-3$
A10	$+3.0146 \times E-3$
A12	$-6.6013 \times E-4$
A14	$+5.7601 \times E-5$

【0 0 6 2】

表 6 に示すように、本実施例の対物レンズは、使用基準波長 $\lambda_1 = 405 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f = 2.40 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA = 0.65$ に設定されており、使用基準波長 $\lambda_2 = 655 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f = 2.48 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA = 0.65$ に設定されている。

【0 0 6 3】

対物レンズの第 2 面、第 3 面は、それぞれ上記数 1 に表 6、表 7 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0 0 6 4】

また、回折輪帯のピッチは上記数 2 の光路差関数に、表 7 に示す係数を代入した数式で規定される。

【0 0 6 5】

また、光軸からの任意の高さにおける波長 λ_1 あるいは波長 λ_2 の光束の位相

差は上記数 3 に、表 3 に示す係数を代入した数式で表される。

【 0 0 6 6 】

(実施例 4)

次に、本発明の光学素子及び光ピックアップ装置の第 4 の実施例について、図 9 を用いて説明する。

光ピックアップ装置 7 0 は、第一の光情報記録媒体 8 0 (本実施例においては DVD) に対して第一の半導体レーザ 7 1 (光源) から波長 $\lambda 1$ ($= 655 \text{ nm}$) の光束を出射し、第二の光情報記録媒体 8 1 (本実施例においては CD) に対して第二の半導体レーザ 7 2 (光源) から波長 $\lambda 2$ ($= 785 \text{ nm}$) の光束を出射する。そして、これら光束を対物レンズ 1 0 (対物光学素子) に発散光として入射させ、所定の光情報記録媒体の情報記録面 8 0 a、8 1 a に集光させることによって、各種情報の記録や記録した情報の読み取りを行なうものである。

なお、第一の半導体レーザ 7 1 と第二の半導体レーザ 7 2 は光源としてユニット化されているため、図 9 には、各半導体レーザから出射される波長 $\lambda 1$ の光束と波長 $\lambda 2$ の光束をまとめて実線で表すものとする。

【 0 0 6 7 】

DVD 8 0 に情報を記録又は再生する場合は、第一の半導体レーザ 7 1 から出射された波長 $\lambda 1$ の光束は回折格子 7 3 を通過し、ハーフミラー 7 4 で反射する。さらに絞り 7 5 によって絞られ、対物レンズ 1 0 により DVD の保護基板 8 0 b を介して情報記録面 8 0 a に集光される。

そして、情報記録面 8 0 a で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 1 0、絞り 7 5、ハーフミラー 7 4 を通過し、回折格子 (図示せず) を通過して光検出器 7 6 上へ入射し、光検出器 7 6 から出力される信号を用いて、DVD 8 0 に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【 0 0 6 8 】

CD 8 1 に情報を記録又は再生する場合も同様に、第二の半導体レーザ 7 2 から出射された波長 $\lambda 2$ の光束が回折格子 7 3 を通過して、ハーフミラー 7 4 で反射する。さらに絞り 7 5 によって絞られ、対物レンズ 1 0 により CD の保護基板 8 1 b を介して情報記録面 8 1 a に集光される。なお、図 9 には便宜上、CD の

保護基板 8 1 b と DVD の保護基板 8 0 b を同じ図で表している。

そして、情報記録面 8 1 a で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 1 0、絞り 7 5、ハーフミラー 7 4 を通過し、回折格子（図示せず）を通過して光検出器 7 6 上へ入射し、光検出器 7 6 から出力される信号を用いて、CD 8 1 に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【 0 0 6 9 】

また、光検出器 7 6 上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出結果に基づいて、図示しない 2 次元アクチュエータは第一の半導体レーザ 7 1 からの光束又は第 2 の半導体レーザ 7 2 からの光束が DVD 8 0 又は CD 8 1 の情報記録面 8 0 a、8 1 a 上に結像するように対物レンズ 1 0 を移動させるとともに、所定のトラックに結像するように対物レンズ 1 0 を移動させるようになっている。

【 0 0 7 0 】

本実施例における対物光学素子は、図 7 に示すように、両面非球面の単レンズである対物光学素子としての対物レンズ 1 0 の一方（光源側）の光学面 1 0 a 上であって、光軸から 1. 5 3 m m 以下の中央領域 A 1 に回折輪帯 2 0 と光路差付与構造 3 0 を備える。

一つの回折輪帯 2 0 に形成されている各段差 3 1 は、光軸 L から離れるに従ってレンズ内部に落ち込むように形成されている。

各段差 3 1 の深さ d 1（光軸 L 方向の長さ）は、波長 λ 2 の 1 波長分の光路差が生じる深さとなっている。つまり、一つの分割面 3 1 を通過する波長 λ 2 の光束と、その隣の分割面 3 1 を通過する波長 λ 2 の光束との間に、波長 λ 2 のほぼ倍の光路差が生じ、かつ波面のずれが生じない長さに設定されている。

また、周辺領域 A 2 に鋸歯状の回折輪帯 4 0 を備える、この回折輪帯による、周辺領域 A 2 を通過する波長 λ 1 の光束の 1 次回折光の回折効率がほぼ 1 0 0 % となるように設定されている。

表 8、表 9 に対物レンズのレンズデータを示す。

【 0 0 7 1 】

【表 8】

実施例4

焦点距離 $f_1=2.85\text{mm}$ $f_2=2.87\text{mm}$ 開口数 $NA1=0.60$ $NA2=0.47$ 結像倍率 $m=-1/8.0$ $m=-1/8.1$

第i面	Ri	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)	
0		10.0		10.0		
1	∞	1.25	1.51436	1.25	1.51108	
2	∞	14.32983	1.0	14.69831	1.0	
3	1.96270	2.00000	1.52915	2.00000	1.52541	
3'	1.89863	0.01902	1.52915	0.01902	1.52541	
4	-4.18241	1.82034	1.0	1.45169	1.0	
5	∞	0.60	1.57752	1.20	1.57063	
6	∞					

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

*d3'は、第3面から第3'面までの変位を表す。

【表 9】

非球面データ

第3面 ($0 \leq h < 1.53\text{mm}$) 非球面係数

κ -5.0059E-01
A4 +7.9575E-04
A6 -7.8693E-04
A8 +1.5920E-04
A10 -3.9369E-05
A12 +2.0484E-06
A14 -1.39210E-06

光路差関数の係数
(基準波長785nm)

B2 +2.2104E-04
B4 +1.0317E-03
B6 -4.0389E-05
B8 +2.8081E-05
B10 -3.0709E-06

第3'面 ($1.53\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ -6.2883E-01
A4 -5.1398E-03
A6 -1.1353E-03
A8 +2.8133E-04
A10 +8.1535E-05
A12 -1.2876E-05
A14 -2.7584E-06

光路差関数の係数
(基準波長655nm)

B2 +1.9163E-02
B4 -1.0423E-02
B6 +5.0497E-04
B8 +5.7635E-04
B10 -8.9447E-05

第4面

非球面係数

κ -2.0796E+01
A4 +1.1878E-03
A6 +1.4087E-03
A8 -7.1284E-04
A10 -1.5580E-05
A12 +4.4903E-05
A14 -6.4634E-06

【0 0 7 2】

表 8 に示すように、本実施例の対物レンズは、第 1 の光源から出射される第 1 の波長 $\lambda_1 = 655 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f = 2.85 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA = 0.60$ 、結像倍率 $m = -1/8.0$ に設定されており、第 2 の光源から出射される第 2 の波長 $\lambda_2 = 785 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f = 2.87 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA = 0.47$ 、結像倍率 $m = -1/8.1$ に設定されている。

【 0 0 7 3 】

表 8 中の面番号 1、2 は回折格子 7 3 の光源側の表面、回折格子 7 3 の光情報記録媒体側の表面、面番号 3、3'、4 はそれぞれ、対物レンズ 1 0 の光源側の光学面のうち光軸 L からの高さ h が 1.53 mm 以下の中央領域 A 1、光軸 L からの高さが 1.53 mm 以上の周辺領域 A 2、対物レンズ 1 0 の光情報記録媒体側の光学面を示しており、面番号 5、6 はそれぞれ、光情報記録媒体の保護基板 8 0 b、8 1 b の表面、情報記録面 8 0 a、8 1 a を表している。また、 R_i は曲率半径、 d_i は第 i 面から第 $i + 1$ 面までの光軸 L 方向の変位量、 n_i は各面の屈折率を表している。

【 0 0 7 4 】

対物レンズ 1 0 の第 3 面、第 3' 面、第 4 面は、それぞれ数 1 に表 8 及び表 9 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【 0 0 7 5 】

また、回折輪帯のピッチは上記数 2 の光路差関数に、表 9 に示す係数を代入した数式で規定される。

【 0 0 7 6 】

また、光軸からの任意の高さにおける波長 λ_1 あるいは波長 λ_2 の光束の光路差は上記数 3 に表 1 0 に示す係数を代入した数式で表される。

【表 1 0】

λ_i	785nm
p	-1
N	1
M	4

【 0 0 7 7 】

なお、本発明に係る対物光学素子は、上記実施例 1 ～ 3 に示したものに限定されず、図 5、図 6 に示すようなものであってもよい。

図 5 に示す対物光学素子は、上記実施例 1 及び 2 に示した対物光学素子と比較すると、両面非球面の単レンズである対物光学素子としての対物レンズ 1 0 の一方（光源側）の光学面 1 0 a 上の中央領域 A 1 に回折輪帯 2 0 と光路差付与構造 3 0 を備え、周辺領域 A 2 が通常の屈折レンズとして機能する点は一致するが、一つの回折輪帯 2 0 に形成されている各段差 3 1 が、光軸 L から離れるに従って光情報記録媒体側に突出する、即ち、光軸 L から離れるに従ってレンズ内部に落ち込むように形成されている点が異なる。

【 0 0 7 8 】

図 6 に示す対物光学素子は、上記実施例 1 及び 2 に示した対物光学素子と比較すると、両面非球面の単レンズである対物光学素子としての対物レンズ 1 0 の一方（光源側）の光学面 1 0 a 上の中央領域 A 1 に回折輪帯 2 0 と光路差付与構造 3 0 を備える点が一致するが、周辺領域 A 2 に鋸歯状の回折輪帯 4 0 を有する点が異なる。

【 0 0 7 9 】

また、図 3 に示した対物レンズ 1 0 では、鋸歯状の回折輪帯 2 0 の表面の形状を各段差 3 1 に対応する区間で分割して、光軸 L 方向に平行移動させた形状を各段差の表面 3 1 a の形状としたが、これに限らず、図 8 に示すように、光路差付与機能を有した、光軸方向に沿った階段状の不連続面 5 0 からなる回折輪帯の表面形状を、各段差 3 1 に対応する区間で分割して光軸 L 方向に平行移動させた形状を各段差の表面 3 1 a の形状としてもよい。

【 0 0 8 0 】

このように、本発明に係る対物光学素子は、非球面状に形成された光学機能面の少なくとも一部に、光軸を中心とした複数の回折輪帯を有し、回折輪帯の光学面上に形成した、この回折輪帯を通過する光束に対して所定の光路差を付与する階段形状の不連続面からなる光路差付与構造とを備えるものであればよい。

【 0 0 8 1 】

【発明の効果】

本発明によれば、対物光学素子に形成した回折輪帯と光路差付与構造との二段階で各波長の光束の回折次数を実質的に変化させることができるので、各光束の回折次数を適宜変化させて、光情報記録媒体の種類に応じた十分な光量の回折光が得られ、また、回折効率や回折次数に対する設計の自由度が増大した対物光学素子及び光ピックアップ装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態に係る光ピックアップ装置及び光学素子の一例を示す概略図である。

【図 2】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

【図 3】

対物レンズの要部側面図（a）及び図 3（a）中に丸印で囲んだ箇所の拡大図（b）である。

【図 4】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

【図 5】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

【図 6】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

【図 7】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

【図 8】

対物レンズの構造を示す要部拡大側面図である。

【図 9】

他の光ピックアップ装置及び光学素子の一例を示す概略図である。

【符号の説明】

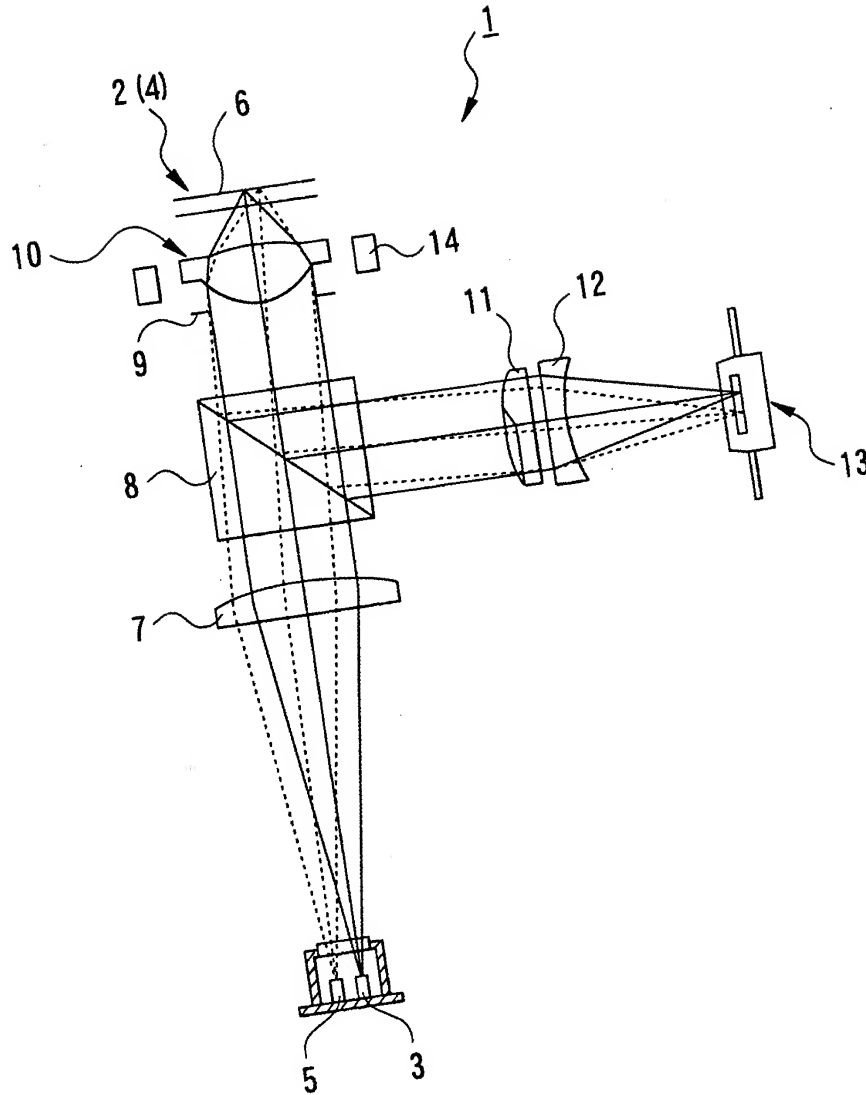
L 光軸

- 1 光ピックアップ装置
- 2 第 1 の光情報記録媒体
- 4 第 2 の光情報記録媒体
- 1 0 対物光学素子
- 2 0 回折輪帯
- 3 0 光路差付与構造
- 3 1 階段状の不連続面（段差）
- 7 0 光ピックアップ装置
- 7 1 第 1 の光源
- 7 2 第 2 の光源
- 8 0 第 1 の光情報記録媒体
- 8 1 第 2 の光情報記録媒体

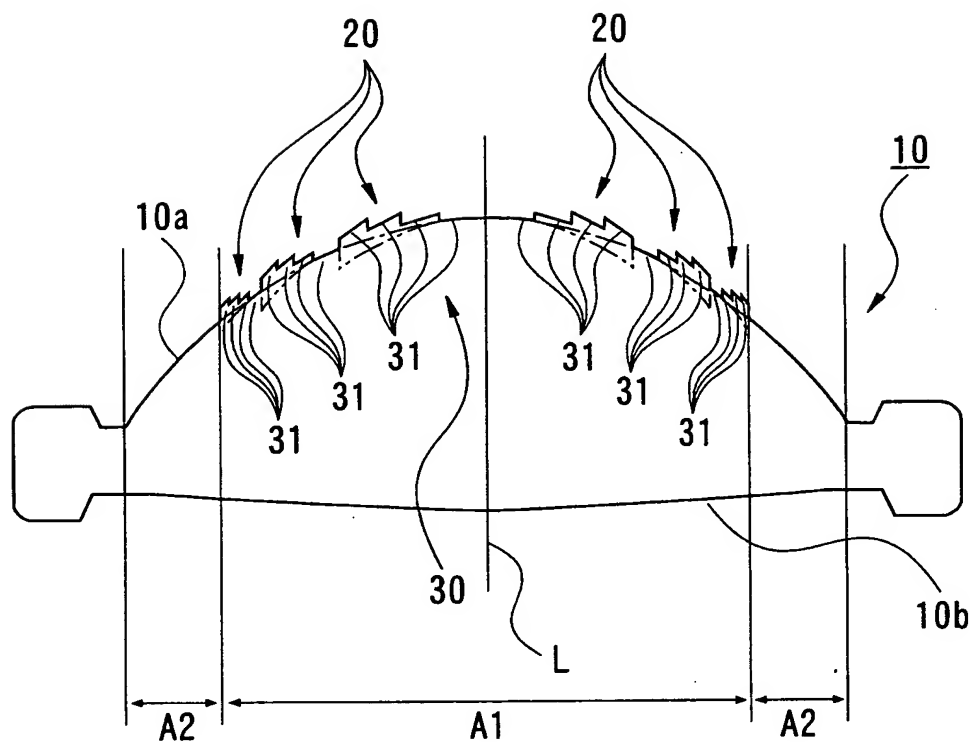
【書類名】

図面

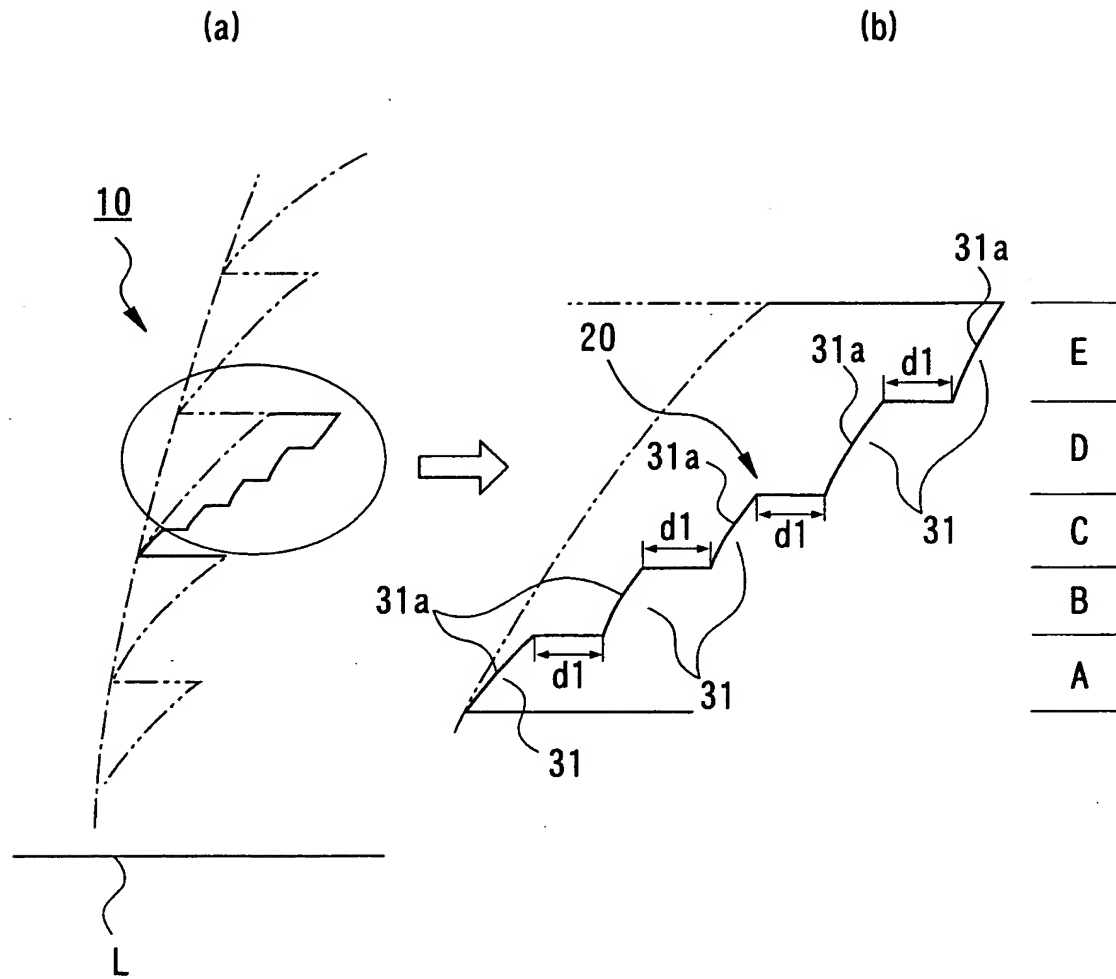
【図1】



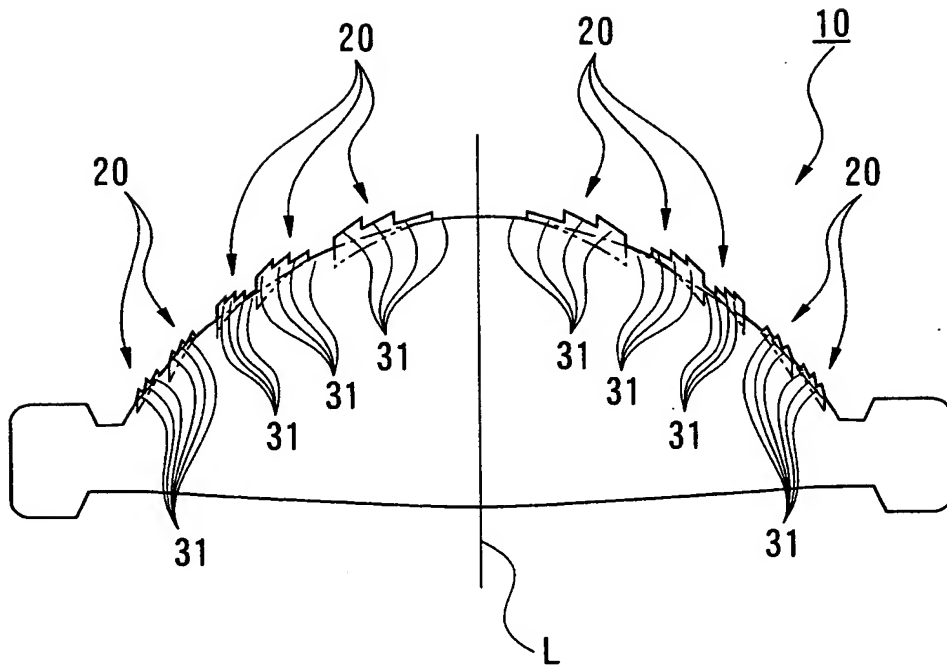
【図 2】



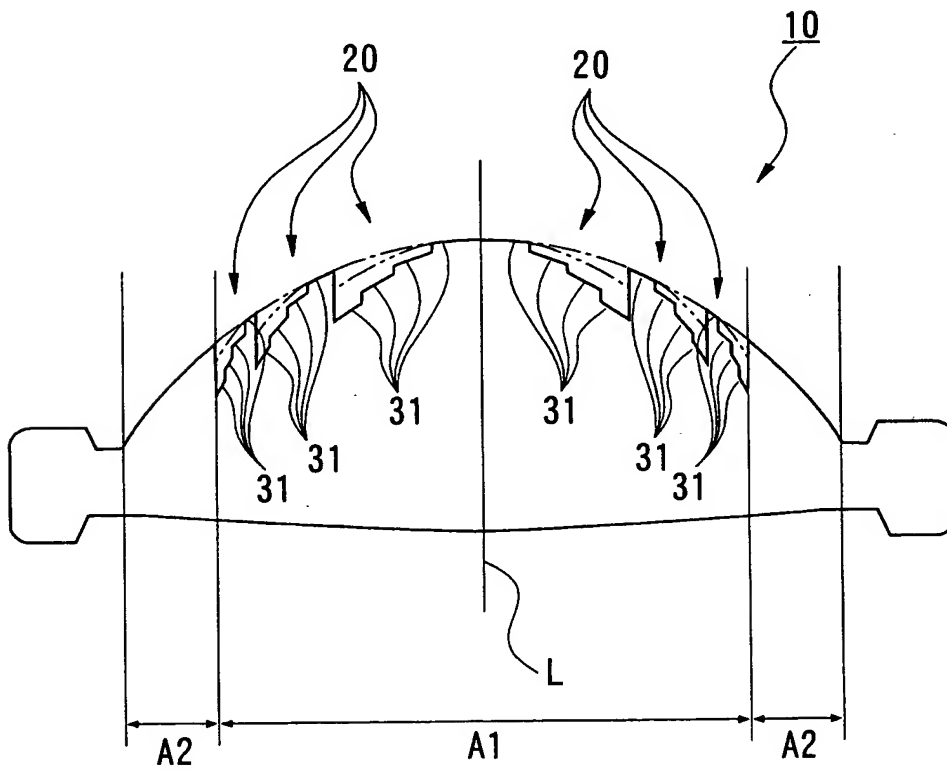
【図 3】



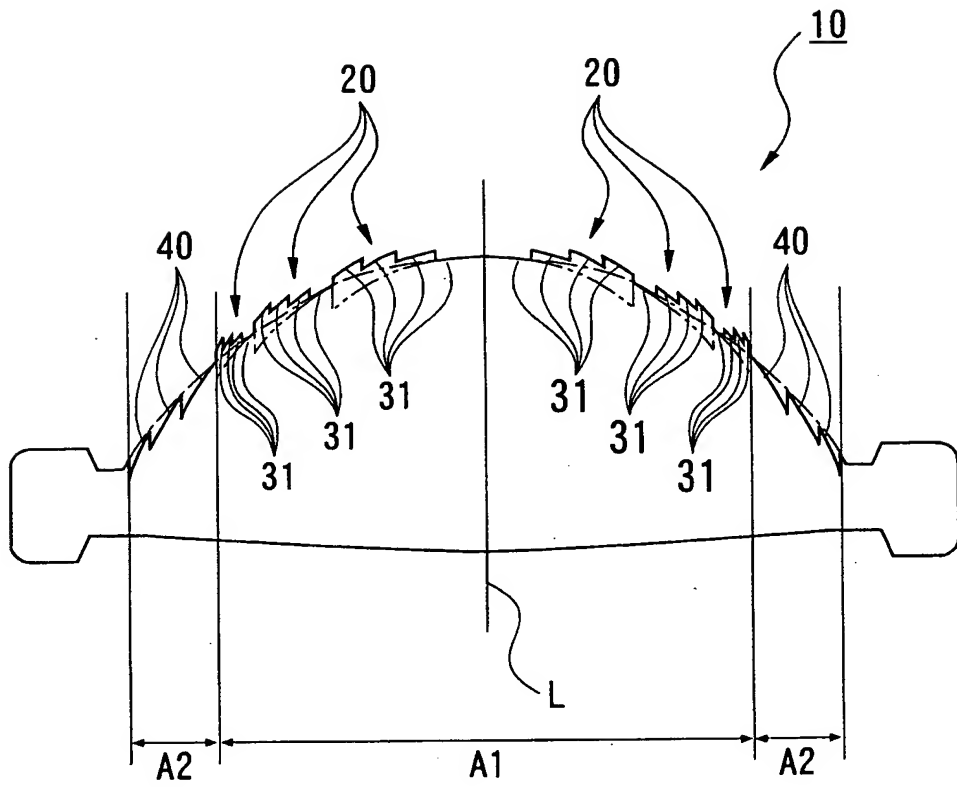
【図 4】



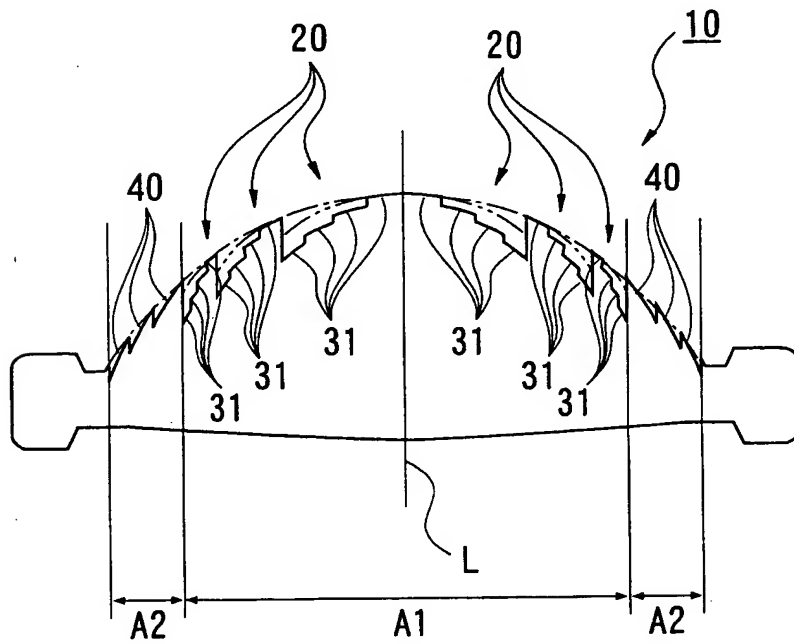
【図 5】



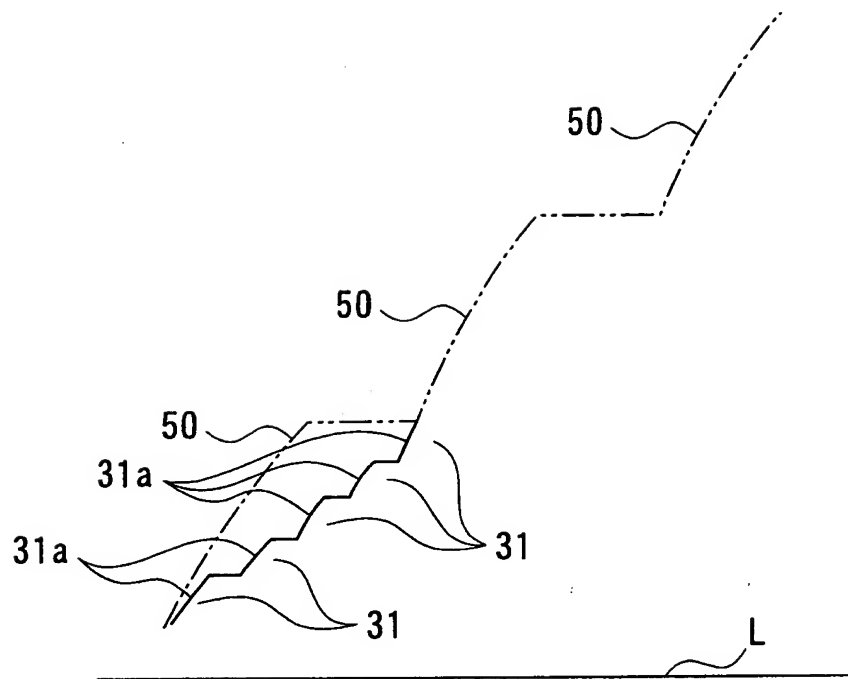
【図 6】



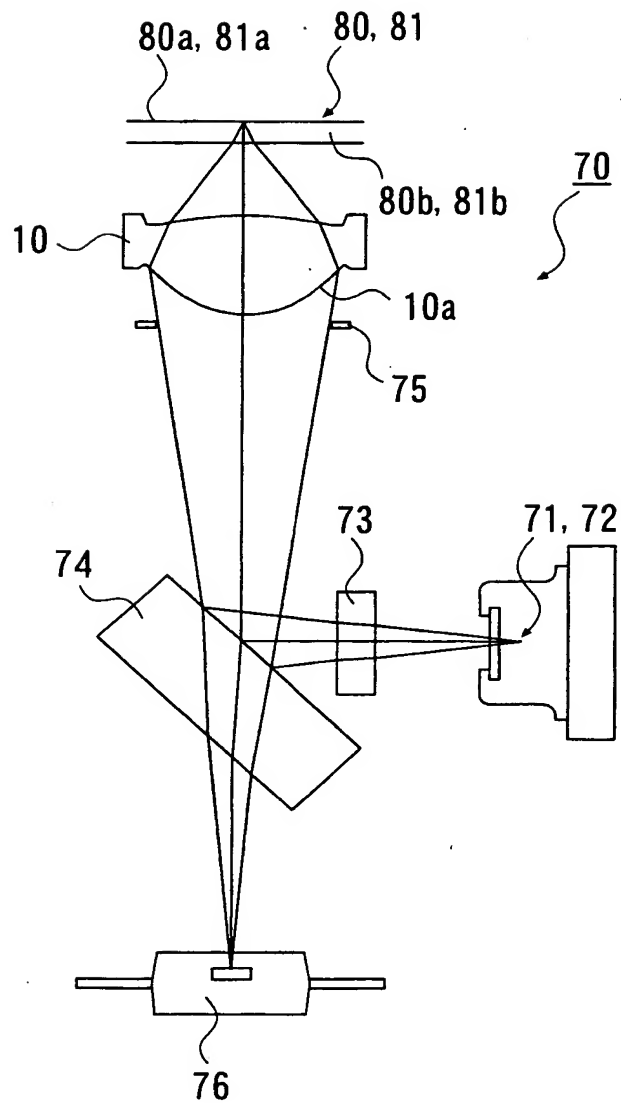
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用基準波長の異なる二種類の光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、十分な光量を確保できると共に、像高特性の悪化を低減し、各種収差等を補正できる対物光学素子及び光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 対物光学素子 1 0 は、非球面形状の光学面に形成される複数の回折輪帯 2 0 からなり、回折輪帯の光学面に、この輪帯を通過する所定の光束に対して光路差を付与する光路差付与構造 3 0 を備える。また、回折輪帯の光学面は、光路差付与構造が無い場合に、波長 $\lambda 1$ の光束の L 次回折光と波長 $\lambda 2$ の光束の M 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折される、所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有する。また、光路差付与構造は、回折光に対して、波長 $\lambda 1$ の光束の $-N$ 次回折光と、波長 $\lambda 2$ の光束の $(-N + 1)$ 次回折光あるいは $(-N - 1)$ 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001270]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
氏 名	コニカ株式会社